

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-156315

(43)Date of publication of application : 08.06.2001

(51)Int.Cl.

H01L 31/04

(21)Application number : 11-336788

(71)Applicant : MITSUI HIGH TEC INC

(22)Date of filing : 26.11.1999

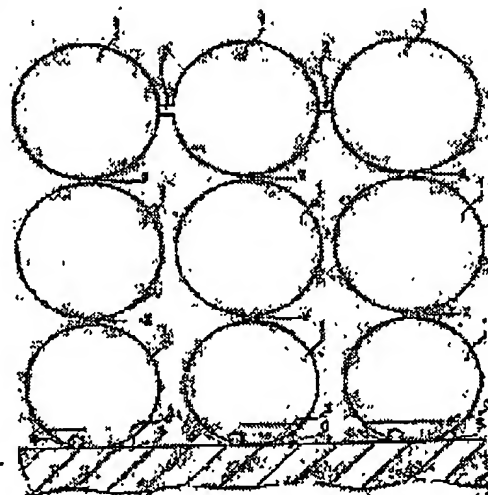
(72)Inventor : NAGATA SATOSHI
AMANO KATSUMI
IRIE JUNICHI

(54) SPHERICAL SEMICONDUCTOR CONTAINING SOLAR BATTERY, AND SPHERICAL SEMICONDUCTOR DEVICE USING SPHERICAL SEMICONDUCTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solar battery that can be manufactured easily, can be miniaturized, can improve electromotive force per unit area, and is highly efficient, and to provide a semiconductor device that has generation functions, is compact, and is highly efficient.

SOLUTION: The spherical semiconductor device is provided with a spherical solar battery part having a second-conduction semiconductor layer being formed on a spherical substrate surface where at least a surface composes a first-conduction semiconductor layer so that a pn junction is formed, an outer electrode that is made of a transparent conductive film being formed on the second semiconductor layer surface, and an inner electrode that is connected to the first-conduction-type semiconductor layer and at the same time is taken out onto the surface, and a spherical semiconductor integrated circuit part where an inverter circuit is formed on the spherical semiconductor surface. Also, the outer electrode and the inner electrode of the spherical solar battery part, and the spherical semiconductor integrated circuit are interconnected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3091846

[Date of registration]

21.07.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 1)

(11) 特許番号

特許第3091846号
(P3091846)

(45) 発行日 平成12年9月25日 (2000.9.25)

(24) 登録日 平成12年7月21日 (2000.7.21)

(51) Int. Cl.
H 0 1 L 31/04

登録番号

F I
H 0 1 L 31/04

A

請求項の数 11 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-336755
(22) 出願日 平成11年11月28日 (1999.11.28)
審査請求日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(73) 特許権者 000144038
株式会社三井ハイテック
福岡県北九州市八幡西区小畑2丁目10-1
(72) 発明者 水田 敏
福岡県北九州市八幡西区小畑2丁目10番
1号 株式会社 三井ハイテック内
(72) 発明者 天野 寛巳
福岡県北九州市八幡西区小畑2丁目10番
1号 株式会社 三井ハイテック内
(72) 発明者 入江 孝一
福岡県北九州市八幡西区小畑2丁目10番
1号 株式会社 三井ハイテック内
(74) 代理人 100005195
弁理士 宮崎 典明

発明者 水田 敏

発明者 宮崎 典明

(54) 【発明の名称】 太陽電池を含む球状半導体及びそれを用いた球状半導体装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも表面が第1導電型の半導体層を形成する球状基板表面に、pn接合を形成するように形成された第2導電型の半導体層と、前記第2導電型の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第1導電型の半導体層に接続するとともに、表面に与えられた内側電極とにより球状表面の所定の領域に形成された球状太陽電池と、
前記球状表面の太陽電池が形成されていない領域にインパター回路を形成してなる球状半導体集積回路又は論理回路とを具備し、
前記球状太陽電池の外側電極および内側電極と、前記球状半導体集積回路又は論理回路とが、相互接続されていることを特徴とする太陽電池を含む球状半導体。
【請求項 2】 少なくとも表面が第1導電型の半導体層

を形成する球状基板表面に、pn接合を形成するように形成された第2導電型の半導体層と、前記第2導電型の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第1導電型の半導体層に接続するとともに、表面に与えられた内側電極とにより球状表面の所定の領域に形成された球状太陽電池と、
前記球状表面の太陽電池が形成されていない領域にインパター回路を形成してなる球状半導体集積回路及び論理回路とを形成し、
前記球状太陽電池の外側電極および内側電極と、前記球状半導体集積回路および前記論理回路とが、相互接続されていることを特徴とする太陽電池を含む球状半導体。

【請求項 3】 前記球状太陽電池が球状表面の少なくとも上半球に形成されていることを特徴とする請求項 1

又は2記載の太陽電池を含む球状半導体。

【請求項 4】 複数の球状半導体をパンフを介してクラスタ接続された半導体装置において、複数の球状半導体装置の内の少なくとも1個の球状半導体が請求項 1又は2記載の太陽電池を含む球状半導体であることを特徴とする太陽電池を含む球状半導体を用いた球状半導体装置。

【請求項 5】 複数の球状半導体をパンフを介してクラスタ接続された半導体装置において、クラスタ接続された球状半導体装置の内の少なくとも1個の外側には球状表面の全てに太陽電池が形成された球状半導体が配置されることを特徴とする請求項 4記載の太陽電池を含む球状半導体を用いた球状半導体装置。

【請求項 6】 前記複数の球状半導体は、直径を含む水平面を通る球表面の同一直径上の相対向する表面に、それぞれ外側電極および内側電極に接続するパンフを具備し、各パンフを介して直列接続されていることを特徴とする請求項 4又は5のいずれかに記載の太陽電池を含む球状半導体を用いた球状半導体装置。

【請求項 7】 前記球状基板は、第1導電型のシリコン球からなり、前記シリコン球の表面に形成された第2導電型のアモルファスシリコン層との間にp-n接合を形成してなることを特徴とする請求項 1〜3のいずれかに記載の太陽電池を含む半導体。

【請求項 8】 前記球状基板は、金属製の球状体からなり、前記球状体表面に、第1導電型のシリコン層と、前記第1導電型のシリコン層表面に形成された第2導電型のシリコン層を形成しp-n接合を形成してなることを特徴とする請求項 1〜3のいずれかに記載の太陽電池を含む球状半導体。

【請求項 9】 前記球状基板は、絶縁性の球状体からなり、前記球状体表面に、第1導電型のシリコン層と、前記第1導電型のシリコン層表面に形成された第2導電型のシリコン層を形成しp-n接合を形成してなることを特徴とする請求項 1〜3のいずれかに記載の太陽電池を含む球状半導体。

【請求項 10】 前記第1および第2のシリコン層はアモルファスシリコン層であることを特徴とする請求項 8に記載の太陽電池を含む球状半導体。

【請求項 11】 前記球状太陽電池は、第1導電型の球状シリコンの表面に形成された第2導電型の不透明拡散層とのあいだにp-n接合を形成してなるものであることを特徴とする請求項 1〜3のいずれかに記載の太陽電池を含む半導体。

【従来の技術】 半導体のp-n接合部分には内部電界が生じており、これに光を当て、電子正孔対を生成させると、生成した電子と正孔は内部電界により分離されて、電子はn側に、正孔はp側に集められ、外部に負荷を接続するとp側からn側に向けて電流が流れる。この効果を利用し、光エネルギーを電気エネルギーに変換する素子として太陽電池の素子化が進められている。

【0003】 近年、単結晶シリコンなどの直径1mm以下の球状の半導体 (Ball Semiconductor) 上に回路パターンを形成して半導体素子を製造する技術が開発されている。

【0004】 その一つとして、アルミ箔を用いて複数の半導体粒子を接続したソーラーアレーの製造方法が提案されている (特開平6-13033号)。この方法では、図14に示すように、第1導電型表皮部と第2導電型内部を有する半導体粒子207をアルミ箔の開口にアルミ箔201の両側から突出するように配置し、片側の表皮部209を除去し、絶縁層221を形成する。次に第2導電型内部111の一部およびその上の絶縁層221を除去し、その除去された領域217に第2アルミ箔219を結合する。その平坦な領域217が導電部としての第2アルミ箔219に對し良好なオームック接触を提供するようにしたものである。

【0005】 発明が解決しようとする課題) しかしながら、このような方法では、高密度配置には限界があり、また、アルミ箔が面状に存在することになるため、下層への光はこのアルミ箔で遮断されることになる。従って、光電変換部となる半導体粒子は一度しか配列できないことになり、単位面積あたりの起電力の向上を阻む問題となっていた。

【0006】 また、このような太陽電池には直流を交流に変換するインバーター回路が必要であるが、このインバーター回路は、アルミ箔219を介して太陽電池に接続されるため、配線距離が長く、別の半導体チップとして用意しなければならぬため、装置の小型化を阻む問題となっていた。

【0007】 さらにまた、論理回路チップとの接続に際しても、太陽電池からの起電力の取り出し端子から、この起電力で駆動される論理回路チップまでの配線長が大きくなり、寄生容量の発生など、種々の問題を招いていた。

【0008】 本発明は前記実情に鑑みてなされたもので、製造が容易でかつ、小型化の可能な太陽電池を提供することを目的とする。また、本発明は、単位面積当たりの起電力の向上をはかり、高効率の太陽電池を提供することを目的とする。さらにまた、本発明は発電機構を具備し、小型でかつ高効率の半導体装置を提供することを目的とする。

【0009】 本発明の第1の太陽電池を含む球状半導体

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は太陽電池およびこれを用いた半導体装置に係り、特に球状半導体を用いた太陽電池の構造に関する。

【0002】

は、少なくとも表面が第1導電型の半導体層を形成する球状基板表面に、pn接合を形成するように形成された第2導電型の半導体層と、前記第2導電型の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第1導電型の半導体層に接続するとともに、表面にとり出された内側電極とにより球状表面の所定の領域に形成された球状太陽電池部と、前記球状表面の太陽電池が形成されていない領域にインバータ回路を形成してなる球状半導体集積回路部又は論理回路部とを具備し、前記球状太陽電池部の外側電極および内側電極と、前記球状半導体集積回路部又は論理回路部とが、相互接続されていることを特徴としている。

【0010】かかる構成によれば、1個の球状半導体の表面に、太陽電池部以外に、インバータ回路を形成してなる半導体集積回路部又は論理回路部が形成されているので、太陽電池部と半導体集積回路部又は論理回路部が相互接続されているので、太陽電池からの発電電力を直接半導体集積回路部又は論理回路部に供給できる小型で、高効率の球状半導体を得ることができる。

【0011】本発明の第2によれば、少なくとも表面が第1導電型の半導体層を形成する球状基板表面に、pn接合を形成するように形成された第2導電型の半導体層と、前記第2導電型の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第1導電型の半導体層に接続するとともに、表面にとり出された内側電極とにより球状表面の所定の領域に形成された球状太陽電池部と、前記球状表面の太陽電池が形成されていない領域にインバータ回路を形成してなる球状半導体集積回路部及び論理回路部とを形成し、前記球状太陽電池部の外側電極および内側電極と、前記球状半導体集積回路部および前記論理回路部とが、相互接続されていることを特徴としている。

【0012】かかる構成によれば、1個の球状半導体の表面に、太陽電池部以外に、インバータ回路を形成してなる半導体集積回路部及び論理回路部が形成されているので、太陽電池部と半導体集積回路部及び論理回路部が相互接続されているので、太陽電池からの発電電力をインバータ及び論理回路の両方に直接供給できるので、より小型で、高効率の球状半導体を得ることができる。

【0013】本発明の第3によれば、球状太陽電池部が球状表面の少なくとも上半球に形成されていることを特徴としている。

【0014】かかる構成によれば、球状半導体の少なくとも上半球に太陽電池が形成されているので、太陽電池の受光が効率的になる。

【0015】本発明の第4によれば、複数個の球状半導体をバンプを介してクラスタ接続された半導体装置において、複数個の球状半導体装置の内の少なくとも1個の球状半導体が請求項1又は2記載の太陽電池を含む球状半導体であることを特徴としている。

【0016】かかる構成によれば、複数個の球状半導体をバンプを介してクラスタ接続することによって、複数個の球状半導体を2次元又は3次元的に構成できるので、より高密度に装置を構成できると共に、個々の半導体が球状であるため、外側の球状半導体のみでなく、内側の球状半導体でも外側よりはるかに受光が可能であるので、より効率的な太陽電池による発電ができる。

【0017】本発明の第5によれば、複数個の球状半導体をバンプを介してクラスタ接続された半導体装置において、クラスタ接続された球状半導体装置の少なくとも外側には球状表面の全てが太陽電池が形成された球状半導体が配置されることを特徴としている。

【0018】かかる構成によれば、クラスタ接続された複数個の球状半導体の外側の球状半導体は球状表面の全てに太陽電池が形成された球状半導体を配置することによって、より効率的な太陽電池による発電が可能になる。

【0019】本発明の第6によれば、複数個の球状半導体は、直径を含む水平面を通る球表面の同一直径上の相対向する表面に、それぞれ外側電極および内側電極に接続するバンプを具備し、各バンプを介して直列接続されていることを特徴としている。

【0020】かかる構成によれば、多数個の球状太陽電池をバンプを介して最も高密度に配列し接続することが可能となる。また、2層以上に太陽電池部を配設する場合には、バンプによる球状半導体間の空間を光導入口として利用することができる上、位置決めが容易となる。

【0021】本発明の第7によれば、前記球状基板は、第1導電型のシリコン球からなり、前記シリコン球の表面に形成された第2導電型のアモルファスシリコン層との間にpn接合を形成してなることを特徴としている。

【0022】かかる構成によれば、シリコン球表面に第2導電型のアモルファスシリコン層を堆積するかまたは拡散により不純物拡散層を形成するかいずれの方法により、極めて容易に、素子面積の大きい半導体装置を提供することが可能となる。

【0023】本発明の第8によれば、前記球状基板は、金属製の球状体からなり、前記球状体表面に、第1導電型のシリコン層と、前記第1導電型のシリコン層表面に形成された第2導電型のシリコン層を形成しpn接合を形成してなることを特徴としている。

【0024】かかる構成によれば、金属製の球状体を基板として用いて、表面にpn接合を有する半導体層を形成しているため、該金属製の球状体が腐蝕性の電極体の役割を果たすため、半導体層に対してオーミック接触性の良好な金属を用いることにより、極めて高効率で起電力の取り出しを図ることが可能となる。必要に応じて、バリア層を介在させるようにしてもよい。

【0025】本発明の第9によれば、前記球状基板は、絶縁性の球状体からなり、前記球状体表面に、第1導電

型のシリコン層と、前記第1極電型のシリコン層表面に形成された第2極電型のシリコン層を形成しp-n接合を形成してなることを特徴としている。

【0026】かかる構成によれば、安価で特性の安定した半導体装置を得ることが可能となる。

【0027】本発明の第10によれば、前記第1および第2のシリコン層はアモルファスシリコン層であることを特徴としている。

【0028】かかる構成によれば、アモルファスシリコン層は絶縁性基板表面にも高品質の膜として形成することが可能であり、かつ太陽電池としての特性も良好である。

【0029】本発明の第11によれば、前記球状太陽電池は、第1極電型の球状シリコンの表面に形成された第2極電型の不純物拡散層とを有しp-n接合を形成してなるものであることを特徴としている。

【0030】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照しつつ詳細に説明する。

実施形態1

本発明の第1の実施形態の太陽電池は、図1に示すように、球状シリコンからなる太陽電池セル1がパンプ2を介して垂直方向に3個ずつ相互接続せしめられ、最下層の球状シリコンの、下部にインバータ回路部3を構成するダイオードを形成してなるものである。そしてこの太陽電池は最下層の球状シリコンの下部に形成された実装用パンプ4を介して実装基板5に接続せしめられてなるものである。

【0031】一方、この太陽電池を構成する太陽電池セル1は、図2に拡大断面図を示すように、直径1mmのp型単結晶シリコン球11の表面にn型多結晶シリコン層12を形成し、p-n接合を形成すると共に、さらにこの表面を覆うように酸化インジウム錫（ITO）からなる透明導電膜からなる外側電極13が形成されている。そして、この一部が研磨によりp型単結晶シリコン球11に到達するまで外側電極13およびn型多結晶シリコン層12が除去され、この除去部の表面を酸化シリコン膜14で被覆するとともに、p型単結晶シリコン球11にコンタクトするように、クロム 薄膜からなる内側電極15を形成するとともに、表面にパンプ2が形成されている。一方、このパンプと球の中心に対して対称な位置に、外側電極13にコンタクトするように、パンプ2bが形成されている。

【0032】次に、この太陽電池セル1の製造方法について説明する。まず、図3(a)に示すように、直径1mmのp型単結晶シリコン球11の表面を鏡面研磨するとともに、洗浄し、フォスフィンを含むシランなどの混合ガスを用いたCVD法により、n型多結晶シリコン層12を形成する。ここでCVD工程は図4に示すような装置（後述する）を用いて、所望の反応温度に加熱された

ガス雰囲気中を搬送することにより、薄膜形成を行うことが出来る。

【0033】この後、図3(b)に示すように、スパッタリング法により、基板表面全体に膜厚1μm程度のITO薄膜13を形成する。

【0034】そして、図3(c)に示すように、研磨によりp型単結晶シリコン球11に到達するまで外側電極13およびn型多結晶シリコン層12の一部を除去する。【0035】そしてこの後、図3(d)に示すように、この除去部の表面を酸素雰囲気中で熱処理することにより、酸化シリコン膜14で被覆する。このとき、高温度の不純物環境であるp型単結晶シリコン層12上では酸化速度が大きいため、p型単結晶シリコン球11表面の2倍程度の膜厚の酸化シリコン層が形成される。

【0036】これをマスクなしでエッチングすることにより、酸化シリコン層14の膜厚の薄い領域では、p型単結晶シリコン球11が露出する。そして図3(e)に示すように、p型単結晶シリコン球11にコンタクトするように、クロム 薄膜からなる内側電極15を形成する。図3(d)、図3(e)の工程も同様に図4の搬送装置内でガス種およびガス温度を制御することにより、容易に形成することが出来る。

【0037】そして最後に、この内側電極15の表面にパンプ2aを形成するとともに、このパンプと球の中心に対して対称な位置に、外側電極13にコンタクトするように、パンプ2bを形成し、図2に示したような球状太陽電池セルが完成する。

【0038】次に、ここで前記図3(b)に示した工程で用いたn型多結晶シリコン層12を形成するためのCVD装置について説明する。図4(a)乃至(c)に示すように、CVD部100においてヒータ101で所望の温度に制御できるように構成された内管102に対しCVD用のガス供給源104からガス供給管105を介してモノシラン（SiH₄）と、不純物としてのフォスフィン（PH₃）を添加してなる反応ガス（第1の反応ガスと相称する）を供給し熱分解により、この内管102内を所定の速度で通過するp型単結晶シリコン球11の表面にn型多結晶シリコン層12を形成する。そして、温度を調整する冷却部103と、温度を落とすとともに第1の反応ガスを吸引する吸引排出部106と、p型単結晶シリコン球11に不活性ガスの高圧パルス（パルス）を印加し、加速しつつ送出する送出部107とから構成された雰囲気交換部でこの第1の反応ガスを完全にシリコン球表面から排除し、成膜を停止することにより、高純度に膜厚制御のなされたn型多結晶シリコン層12を形成することが出来るものである。

【0039】すなわちこの装置は第1の反応ガスを所望の温度に保持された内管内でp型単結晶シリコン球11に接触させ、n型多結晶シリコン層12を制御性よく成膜するもので、このp型単結晶シリコン球11から、この第1の反応ガスを除去し、不活性ガスからなる第2のキ

キャリアガスとともに次の処理工程に送出する。雰囲気気交換機能を備えたことを特徴とする装置である。ここで図4(b)(c)はそれぞれ図4(a)のA-A断面図およびB-B断面図である。

【0040】また過蒸気流形成部110は、CVD部に接続された供給口から、単結晶シリコン球を第1の反応ガスとともに通過せしめるように構成された内径2mm程度のテフロンパイプからなる内管112と、この内管112を囲むように配置された内径15mm程度の外管113と、この外管113と前記内管112との間に形成される第1の搬送路114と、前記第1の搬送路114に連通し、中心軸に対して反対称となるように配設され、前記外管113の外壁に、この外壁を直進して蒸気方向から高圧ガスを供給する2つの高圧ガス供給口115a、115bとから構成されており、高圧ガス供給口115a、115bから不活性ガスを噴出することにより、前記内管112の管壁に沿って過蒸気流を形成するように構成されている。

【0041】また吸引排出口120は、内管112の下端から所定の距離を隔てて配設され、前記内管よりも径大の多孔質管からなる回収パイプ121と、この回収パイプの周りに配設された円筒状の排出口122とから構成される。この、第1の反応ガスを吸引して排出する排出口122内部の空間は下流側の外周に沿って配設された複数の排出口123から配管を介して減圧装置としての回収ポンプ124及び所定温度に冷却された回収タンク（図示せず）に連結されている。

【0042】回収パイプ121は前記内管112に連通し、内径が前記内管112とほぼ一致しており2mm程度であり、外径は4mm程度である。この回収ポンプ124によって排出口122内部を減圧状態にすることにより、排出口122が回収パイプ121の内部に対して負圧状態となり、前記CVD装置からその反応性ガスを含むガス（第1の反応ガスと指称す）とともに送出されてきた単結晶シリコン球は、前記内管112の開口端で搬送路114を通過して逆流された過蒸気流と接触し、径大の回収パイプ121内で、断熱膨張するとともに過蒸気流と共に外方の排出口122に効率よく排出される。

【0043】また、この排出口122は回収パイプ121よりも下流側では外方に広がるテーパ面を形成し、回収パイプ121を経て排出されてくる第1の反応ガスが、テーパ面127Tによって増流をなしながら効率よく排出されるように構成されている。

【0044】そして図4(c)に示すようにこの排出口122の下流端近傍の外周に沿って所定の間隔で配設された排出口123を経て回収ポンプ124によって図示しない回収タンクに回収されるようになっている。

【0045】ここでは回収パイプを構成する多孔質材料は、セラミック、樹脂、金属の粉体を焼結する方法により得られたものが用いられる。該排出口122内部に

伝達する回収パイプ121の側壁には多数の蒸気孔が設けられている。

【0046】さらにこの回収パイプ121の下流端側には前記内管とほぼ同一径のテフロンパイプからなる排出管125に接続されており、この排出管125は送出部130に接続されてここで高圧パルスとして噴出されてくる不活性ガスからなる第2のキャリアガスによって加速され、送出されるようになっている。

【0047】この送出部130は、加速管131と分岐管132とを具備しており、加速管131の上端部はジョイントチューブ133を介して排出管125と接続されている。ここで、分岐管132は、パルス発生部135によって第2のキャリアガスが分岐管132内にパルス状をなして供給され、加速された不活性ガスが単結晶シリコン球を加速しつつ所望の速度で送出されるように、分岐角度θが選択されている。この分岐角度θは、加速し得るのであるれば特に限定されるものではないが、少なくとも45°以下であることが好ましく、特に30°以下が好ましい。分岐角度θが45°より大きくなるとジョイントチューブ内に前記第2のキャリアガスが逆流して単結晶シリコン球の移動を妨げるおそれがあるからである。

【0048】このCVD装置は非接触で極めて高効率に効率的に所望の薄膜形成を行うことができるものである。

【0049】尚、必要に応じて電極とパンプあるいは電極と半導体層との界面に窒化チタン層などからなるバリア層を形成するようにしてもよい。

【0050】一方、インバータ回路部は、フォトリングラフィ工程により、ダイオードを形成するとともに、回路パターンを形成し、太陽電池部と接続することにより、形成される。

【0051】このようにして形成された球状半導体セルを実装用基板5上にパンプ4を介して接続することにより、図1に示したような太陽電池が完成する。

【0052】かかる構成によれば、球状太陽電池部に、球状半導体表面に形成されたインバータ回路を接続しているため、小型で実装面積の小さい太陽電池を提供することが可能となる。

【0053】なお、太陽電池セルは直列接続してもよいし、並列接続してもよい。直列接続する際には、p層およびn層を外側側と内側側とで逆にしたセルを交互に配列し、同様に接続することにより、直列接続体を形成することも可能である。

【0054】実施形態2

次に本発明の第2の実施形態について説明する。この太陽電池では、図5に示すように、1個の球状シリコン表面に、赤子分離層40を介して太陽電池部と、この太陽電池部10に接続されたインバータ回路部30を形成してなる球状半導体集積回路部とを具備してなることを特徴とする。

【0055】このインバータ回路部は素子分離膜40で囲まれた素子領域内にp型ウェル領域31を形成するとともにこの内部にn型拡散層32を形成してなるものである。そして電極33を形成し、負荷に接続されるようにしたものである。なお、インバータ回路部および太陽電池部の相互接続は基板表面に形成された図示しない回路パターンによって接続されている。

【0056】製造に際しては、フォトリソグラフィ工程、素子分離膜の形成工程、成膜工程など、前記第1の実施形態に準じて、同様に図4に示した範囲内で形成することが出来る。

【0057】かかる構成によれば、同一の球状半導体表面に太陽電池部とインバータ回路部とを具備しているため、小型で高効率の電圧装置を提供することが可能となる。また、1個の球状半導体で光を受け易い表面部は太陽電池部とし、受光量の小さい裏面部はインバータ回路部を構成するようにすることにより、より高効率の太陽電池を得ることが可能となる。

【0058】実施形態3
次に、本発明の第3の実施形態について説明する。この装置では、図6に示すように、少なくとも表面が第1導電型の半導体層を構成する球状基板表面に、pn接合を形成するように形成された第2導電型の半導体層と、前記第2の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第1導電型の半導体層に接続するとともに、表面にとり出された内側電極とを具備してなる球状太陽電池部と、球状半導体表面にインバータ回路部を形成してなる球状半導体集積回路部と、球状半導体表面に形成された論理回路部とを具備し、前記球状太陽電池部の外側電極および内側電極と、前記球状半導体集積回路部および前記論理回路部とが、バンプ4を介して相互接続されている。

【0059】かかる構成によれば、太陽電池部1で得た電圧をそのままインバータ回路部で交流変換し、これを論理回路部で直接使用することができるため、配線長を小さくすることが可能となる上、実装も容易であり、実装面積が小さく、高効率の半導体装置を提供することが可能となる。

【0060】実施形態4
尚前記第1の実施形態では、球状体が3層構造をなすようにクラスタ接続された例について説明したが、図7に示すように、前記球状太陽電池部1、球状半導体集積回路部3、論理回路部6は、それぞれ独立した球状基板に形成されており、基板表面に2層構造をなすように、バンプ4、2を介してクラスタ接続し、前記球状太陽電池部を表面側に配列したことを特徴とする。

【0061】かかる構成によれば、上記第1の実施形態による効果に加え、光を受け易い表面側は太陽電池部とし、受光量の小さい下層はインバータ回路部あるいは論理回路部を構成するようにしているため、実装面積が小さ

くより高効率の半導体装置を得ることが可能となる。

【0062】実施形態5
この実施形態では、図8に示すように前記球状太陽電池部1と、球状半導体集積回路部3、論理回路部6とが、同一球状基板内に形成されており、前記球状太陽電池部は、表面側の半球に位置するように配列されていることを特徴とする。

【0063】かかる構成によれば、球状半導体の光を受け易い表面側は太陽電池部とし、受光量の小さい裏面側はインバータ回路部あるいは論理回路部を構成するようにしているため、小型でより高効率の半導体装置を得ることが可能となる。

【0064】実施形態6
この実施形態では、図9に示すように、前記球状太陽電池部1は、直径を占む水平面を通る球表面の同一直径上の相対向する表面に、それぞれ外側電極および内側電極に接続するバンプ2を具備し、各バンプを介して直列接続されていることを特徴とする。

【0065】かかる構成によれば、多数個の球状太陽電池部をバンプを介して最も高密度に配列し接続することが可能となる。また、2層以上に太陽電池部を配置する場合には、バンプによる球状半導体層の空間を光導入口として利用することができる上、位置決めが容易となる。

【0066】実施形態7
この太陽電池を構成する太陽電池セル1は、図10に拡大断面図を示すように、直径1mmの銅球50の表面にクロムおよびチタンからなるバリア層50Bを介してn型アモルファスシリコン層51、p型アモルファスシリコン層52を形成し、pn接合を形成すると共に、さらにこの表面を覆うように酸化インジウム錫(ITO)透明導電膜からなる外側電極53が形成されている。そして、この一部が研磨によりクロムおよびチタンからなるバリア層に到達するまで外側電極53およびp型アモルファスシリコン層52、n型アモルファスシリコン層51が除去され、この除去部のバリア層にコンタクトするように、バンプ55aを形成してなるものである。一方、このバンプ55aと球の中心に対して対称な位置に、外側電極53にコンタクトするように、バンプ55bが形成されている。

【0067】次に、この太陽電池セル1の製造方法について説明する。まず、図11(a)に示すように、直径1mmの銅球50を表面研磨するとともに、洗浄し、真空高圧により、クロムおよびチタンからなるバリア層を順次形成する(図11(b))。これは前記第1の実施形態で用いたCVD装置のCVD部を真空高圧を用いた溶液法を用いた真空室に接続し、クロム粒子を含む溶液およびチタン粒子を含む溶液を銅球50に接触させることにより酸化物の形成が非接触で高精度の膜厚制御を行いつつ形成可能である。

【0068】後は、前記第1の実施形態と同様に、フォ

スフィンを含むシリコンなどの混合ガスを用いた法により、 n 型アモルファスシリコン層51および p 型アモルファスシリコン層52を形成する。ここでCVD工程は図4に示した装置を用いて、所望の反応温度に加熱されたガス雰囲気中を搬送することにより、薄膜形成を行うことが出来る(図11(e))。

【0069】この後、図11(d)に示すように、スパッタリング法により、基板表面全体に膜厚1 μ m程度のITO薄膜53を形成する。

【0070】そして、図11(e)に示すように、基板により銅球50またはバリア層50Bに到達するまで外側電極53および p 型アモルファスシリコン層52、 n 型アモルファスシリコン層51の一部を除去する。

【0071】そしてこの後、図11(f)に示すように、この除去された部分の銅球50またはバリア層50B表面にパンプ55aを形成する。この場合は銅球50またはバリア層50Bに直接パンプ55aを形成することが出来る。また外側電極53にもパンプ55bを形成し(図10に示した太陽電池が完成する)。

【0072】このようにして形成された太陽電池を2個図示した太陽電池装置を図12に示す。ここではパンプ55a、55bを固着し加熱溶融せしめて電気的に結合した後、パンプの周りを絶縁性接着剤56で固着し、結合強度を高めるとともに、周囲の電気的短絡を回避するようにすることが可能となる。

【0073】実施形態8
この太陽電池を構成する太陽電池セルは、球状基板を、絶縁性の球状体で構成し、この球状体表面に、 n 型アモルファスシリコン層と、前記 n 型のアモルファスシリコン層表面に形成された p 型のアモルファスシリコン層を形成し pn 接合を形成してなることを特徴とする。

【0074】この太陽電池セルは、図13に拡大断面図を示すように、直径1mmのガラス60の表面にクロム層60aを形成するとともに、この上層に n 型アモルファスシリコン層61、 p 型アモルファスシリコン層62を形成し、 pn 接合を形成すると共に、さらにこの表面を覆うように酸化インジウム 錫(ITO)透明導電膜からなる外側電極63が形成されている。そして、この一部が銅層によりクロム層60cに到達するまで外側電極63および p 型アモルファスシリコン層62、 n 型アモルファスシリコン層61が除去され、この除去部のバリア層にコンタクトするように、パンプ65aを形成してなるものである。一方、このパンプ65aと球の中心に對して対称な位置に、外側電極63にコンタクトするように、パンプ65bが形成されている。

【0075】かかる構成によれば、安価で特性の安定した半導体装置を得ることが可能となる。

【0076】なお、前記実施形態では pn 接合を形成する半導体層として、アモルファスシリコンを用いたが、これに限定されることなく、多結晶シリコン層あ

いは多結晶シリコン層、さらにはGeAs、GaPなどの化合物半導体層にも適用可能である。さらには、 pn 構造のみならず、 $pinn$ 構造にも適用可能である。

【0077】この球状の半導体素子の製造に際し、半導体工程を連続してライン化することが可能であるため、生産性が極めて高いという特徴がある。

【0078】本工程では、活性ガス、不活性ガス等の気体のみならず、水や各種溶液等の液体をも含む種々の雰囲気での処理がなされる。このような処理工程を連続する場合、被処理物を搬送する雰囲気や前工程から後工程に持ち込まないようにしなければならないため、工程間において被処理物から前工程の雰囲気や除去し、そして後工程に合わせた雰囲気に変換して被処理物を搬送するといった作業が必要であるが、図4に示したような雰囲気交換装置を用いることにより搬送しながらも処理工程が実行でき、極めて高速で作業性よく信頼性の高い半導体装置を提供することが可能となる。

【0079】また、シリコン表面は酸化され易く、表面に自然酸化膜が形成された場合、その上層に形成される金属電極層などとの接触性が悪くなるなどの問題もあるが、外気に接触することなく、閉鎖空間内で搬送および処理を行うことができる。

【0080】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば、1個の球状半導体表面に太陽電池部とインバータ回路又は調理回路とを具備しているため、小型で高効率の電源装置を提供することが可能となる。

【0081】また、1個の球状半導体で光を受け且つ表面部は太陽電池部とし、受光量の小さい裏面部分はインバータ回路を構成するようにすることにより、より高効率の太陽電池を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の太陽電池を示す図

【図2】本発明の第1の実施形態の太陽電池を構成するセルの断面図

【図3】本発明の第1の実施形態の太陽電池を構成するセルの製造工程図

【図4】本発明の第1の実施形態の太陽電池を製造するための製造装置を示す図

【図5】本発明の第2の実施形態の太陽電池を構成するセルの断面図

【図6】本発明の第3の実施形態の太陽電池を示す図

【図7】本発明の第4の実施形態の太陽電池を示す図

【図8】本発明の第5の実施形態の太陽電池を示す図

【図9】本発明の第6の実施形態の太陽電池を示す図

【図10】本発明の第7の実施形態の太陽電池を構成するセルの断面図

【図11】本発明の第7の実施形態の太陽電池を構成するセルの製造工程図

【図12】本発明の第7の実施形態の太陽電池を示す図

【図13】本発明の第9の実施形態の太陽電池を構成するセルの断面図

【図14】従来例の太陽電池を示す図

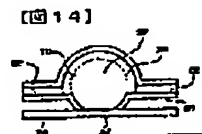
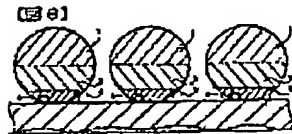
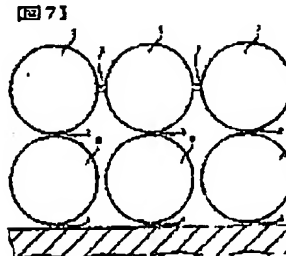
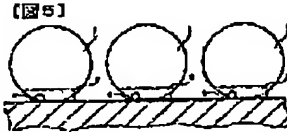
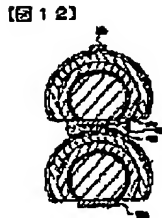
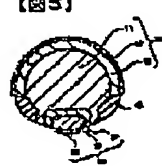
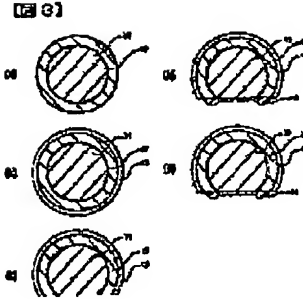
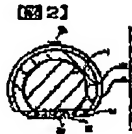
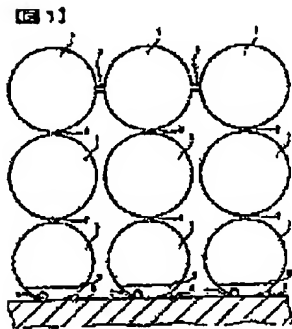
【符号の説明】

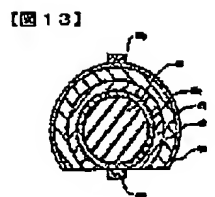
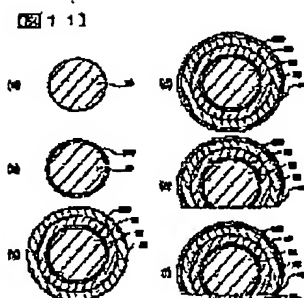
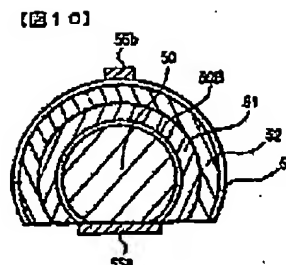
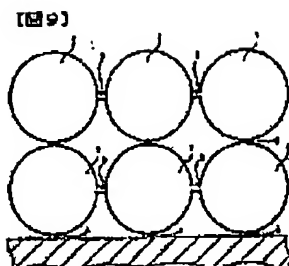
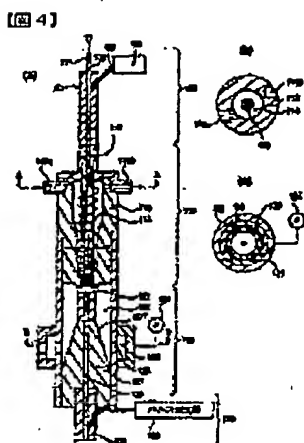
- 1 太陽電池
- 2 パンプ
- 3 インバータ回路部
- 4 パンプ
- 5 充放電部
- 6 給電回路部
- 11 p型単結晶シリコン球
- 12 n型多結晶シリコン層
- 13 外側電極
- 14 絶縁膜
- 15 内側電極
- 2a、2b パンプ

【要約】

【課題】製造が容易でかつ、小型化の可能な太陽電池を提供する。単位面積あたりの起電力の向上をはかり、高効率の太陽電池を提供する。発電性能を具備し、小型でかつ高効率の半導体装置を提供する。

【解決手段】少なくとも表面が第1球電型の半導体層を構成する球状基板表面に、pn接合を形成するように形成された第2球電型の半導体層と、前記第2の半導体層表面に形成された透明導電膜からなる外側電極と、前記第1球電型の半導体層に接続するとともに、表面にとり出された内側電極とを具備してなる球状太陽電池部と、球状半導体表面にインバータ回路を形成してなる球状半導体集積回路部とを具備し、前記球状太陽電池部の外側電極および内側電極と、前記球状半導体集積回路部とが、相互接続されていることを特徴とする。





フロントページの続き

(56) 参考文献
 特開 昭58-52684 (J P, A)
 米国特許5877943 (U S, A)
 米国特許5028548 (U S, A)
 国際公開98/15988 (W O, A 1)
 国際公開98/25090 (W O, A 1)

(58) 調査した分野(Int. Cl. 7, D B 号)
 H01L 31/04 - 31/078